

В.М. ШЕВЧЕНКО, канд. хім. наук, **Т.І. ДУДА**, канд. хім. наук,
А.В. ПІДГОРНИЙ, канд. хім. наук, **Н.А. ГУЦ**, НТУУ"КПІ", м. Київ

КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ З БАЗАЛЬТОВИХ ВОЛОКОН

У статті описано метод одержання тонкого міцного біоцидного папероподібного матеріалу з використанням неорганічних волокон, який можна використовувати в електротехнічній, харчовій, фармацевтичній та інших галузях промисловості. Вивчено зв'язок фізико-хімічних явищ на межі поділу фаз тверде тіло-вода (або розчин солей) з експлуатаційними характеристиками готового матеріалу. Запропоновано застосовувати принцип перезарядки волокон (змінюючи їх ξ - потенціал), що створює найкращі умови взаємної коагуляції компонентів.

This paper describes a method for producing a strong thin paper-like biocide material based on inorganic fibres, which can be used in electrical engineering, food industry, pharmaceutical industry and other industries. A relationship between the performance of the material and physical-chemical phenomena at the solid-water (or salt solution) interface was studied. The principle of fibres recharging (by changing their ξ -potential) was proposed to create the most appropriate conditions for mutual coagulation of the components.

Практично немає галузі народного господарства, де б не використовувалась продукція целюлозно – паперової промисловості. Але папір, виготовлений із натуральних рослинних волокон має обмежений термін життя, бо підпадає під дію різного типу пліснявих грибів та мікроорганізмів, що використовують целюлозу як джерело вуглецю [1]. Тривалий постійний біохімічний процес руйнування целюлози здійснюється під дією мікроорганізмів, що мають специфічний фермент целюлазу. Пошук матеріалів, здатних протидіяти цьому впливу – проблема досить актуальна. Створення біостійких матеріалів, які характеризуються фунгіцидними, бактеріцидними та інсектицидними властивостями є важливим для вирішення багатьох прикладних завдань і застосування паперових пакувань у харчовій, медичній, косметичній промисловостях; забезпечення зберігання документального паперу, креслень, фотографій тощо. В літературі описані декілька шляхів підвищення біостійкості целюлозних волокон [2, 3]. Але у цілому проблему біостійкості вони не вирішують.

Для поліпшення біостійкості матеріалів перспективним є створення композиційних матеріалів з використанням неорганічних сировинних ресурсів (кварцевих, керамічних, базальтових структур). Такі модифікуючі волок-

на надають новим матеріалам ряд позитивних властивостей: термічну та хімічну стабільність, біостійкість, негорючість, малотоксичність.

Одержання картоноподібних матеріалів на основі, наприклад, базальтових волокон (плити, повсті, луска тощо) не викликає складностей. Але всі вони мають низьку міцність: після вакуумування (сушки) їх практично дуже важко зняти з сітки.

Як і інші волокна неорганічної природи, базальтові волокна не виявляють папероутворюючих властивостей, не фібрилюються, не можуть створювати структуру гідрогенних зв'язків, а реалізують чисто механічне зчеплення між волоконцями. Тому створити міцний тонкий матеріал на їх основі без застосування зв'язуючих речовин практично неможливо.

У даному дослідженні вивчена можливість одержання тонкого папероподібного біоцидного матеріалу, що містить у складі волокна неорганічної природи (базальта) у композиціях з іншими волокнами рослинного походження, наприклад, целюлозними у присутності та без наповнювача (Na-бентоніта).

Одержання тонкого папероподібного матеріалу на основі базальтових волокон передбачає його постійний контакт з водою та водносолевими системами. У таких умовах на межі розподілу фаз тверде тіло – вода (або тверде тіло – розчин солей) відбуваються різноманітні фізико – хімічні явища, що спричиняють утворення подвійного електричного шару на поверхні целюлозного та базальтових волокон.

При цьому за рахунок іоннообмінного комплексу полісахаридних волокон та гідроксогруп алюмосилікатів поверхня обох матеріалів набуває від'ємного заряду, а зовнішня обкладинка подвійного електричного шару складається з катіонів. Внаслідок однакового за знаком від'ємного електростатичного потенціалу є неможливим зв'язок контактуючих поверхонь волокон.

Для забезпечення ефективної взаємодії базальтових та целюлозних волокнистих фаз є доцільним досягти перезарядки поверхні одного з видів волокон (наприклад, целюлозного) скориставшись різними швидкостями перезарядки контактуючих матеріалів.

Встановлено, що перезарядка поверхні целюлозних матеріалів може бути забезпечена дією катіон – активного реагенту сульфату алюмінію у розчині за значень $\text{pH} = 3,7 - 4,1$. Базальтові волокна у вище зазначених умовах не змінюють знак потенціалу поверхні (перезарядка їх поверхні може здійсню-

тися за рН від 4,9 до 5,1).

Отже, можна не розділяючи компоненти, обробляти матеріал розчином $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ за встановленого значення рН та досягти перезарядки (або знизити до нуля) величину потенціалу целюлозного волокна. При цьому стає більшою можливість взаємної коагуляції між протилежно зарядженими волокнами і як наслідок новостворені матеріали набуватимуть поліпшених властивостей за міцністю та біологічною стійкістю.

У композиціях була використана сульфітна та сульфатна целюлоза з градусом помелу 60° ШР та базальтове волокно з діаметром 0,75 мкм. Для перезарядження поверхні целюлозних волокон використовували алюміній сульфат марки “ч.д.а.”. Волокна целюлози та базальту, що входять до складу композиції, багато разів промивали, висушували та обробляли розчином алюміній сульфату за певного значення рН. У момент перезарядки поверхні целюлозного волокна методом електроосмосу вимірювали електрокінетичний потенціал у розчині. Одержані модифіковані матеріали були протестовані на міцність та фільтруючу здатність у відповідності до методик. Результати лабораторних випробувань наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Експлуатаційні характеристики матеріалів

Показники	Вихідне целюлозне вол., %			Перезаряджене целюлозне вол., %		
	90	80	40	20	90	80
Розривна довжина, м	8220	7260	2120	38	9120	8315
Число подвійних перегибів	1760	1620	1150	18	1880	1790
Опір потоку повітря, мм вод. ст.	11	16	20	26	15	18
Час вільної течії, хв.	1,08	1,04	1,09	1,22	1,02	1,00

За визначеними експлуатаційними характеристиками модифікованих матеріалів, а саме: підвищена міцність та збільшений опір потоку повітря при фільтруванні, можна пропонувати застосовувати їх для фільтрації повітря і газів від забруднюючих частинок (наприклад, в авіаційній промисловості) та мікроорганізмів (у медицині). Отже, застосування перезарядки поверхні целюлозних волокон у процесі створення композиційних матеріалів із застосуванням базальтових волокон забезпечує умови для найбільш інтенсивної взаємодії контактуючих фаз. При цьому з композиційного складу виключаються кошкові та токсичні зв'язуючі речовини, а тому водночас зменшується вміст шкідливих відходів у стічних водах. Нові матеріали, створені із за-

стосуванням вище зазначеного методу характеризуються рядом поліпшених експлуатаційних характеристик у порівнянні із відповідними для виробів із целюлозних волокон.

Цікавим та перспективним, на думку авторів, є застосування композиційних матеріалів на основі базальтових волокон у напрямку одержання біоцидних продуктів, тобто матеріалів, що мають властивості знищувати бактерії. Авторами встановлено, що базальтове волокно стабільне до дії мікроорганізмів, пригнічує життєдіяльність та уповільнює ріст бактерій, інактивує ріст пор, тому ураження матеріалів слід віднести тільки за рахунок зв'язуючого (целюлози), що забезпечує міцність.

З метою дещо стандартизувати перевірку матеріалів на біостійкість Міжнародна електротехнічна комісія запропонувала певний набір грибів, по відношенню до яких визначається біостійкість матеріалів, серед них є три основні “целюлоторуйнівники”: *Stachybotrus atra*, *Chacktomium globosum* та *Raecilomyces varioti* (табл. 2).

Таблиця 2

Міцність та біостійкість матеріалів, що містять 50 % целюлозного та 50 % базальтового волокна

Розр. довжина, м	Злам, ч.п.п.	Опір струму повітря, мм рт.ст.	Капілярне всмоктування, мм/3хв.	У рідкій фазі	На поверхні твердої фази	У вологому середовищі
1920	1068	18	56,4	7	8	8
Перезаряджене целюлозне волокно в композиції						
2900	1610	20	64,3	4	6	6
Композиція + 10 % На-бентоніта						
3100	1700	22	68,2	3	5	4

Необхідною умовою до методик перевірки біостійкості матеріалів є те, що всі методи повинні у максимально короткий строк виявляти ступінь стабільності даного матеріалу до певних мікроорганізмів. Тому всі досліди по перевірці біостійкості проводили у найбільш жорстких умовах для матеріалу та в той же час дуже сприятливим для розвитку мікроорганізмів, виходячи з того, що у таких умовах матеріал буде стійким, то у менш жорстких – він тим більше збереже свою стабільність.

Найбільш простим та розповсюдженим визначенням біостійкості є візуальне. У найпростішому випадку випробуванні зразки звожуються, пригнічуються грибами та розміщуються у певні умови.

Для більшої об'єктивності грибостійкість матеріалів перевірялась трьома методиками: у рідкому середовищі Ван-Інтерсона, на поверхні знезуженого агара (середовище Чапека) та у вологій камері з відносною вологістю повітря 98 %. Висів проривлялись щотижня на протязі 180 діб. Обростання грибами матеріалів оцінювалось по 10-бальній шкалі (де 10 балів – вища ступінь обростання, нижча грибостійкість).

У всіх дослідах брали однакову кількість поживного середовища. Посів проводили однаковою кількістю однорідної водяної суспензії спор.

Використовуючи візуальний метод при роботі з великою кількістю випробуваних матеріалів, можна уявити собі доволі об'єктивну картину їх порівняльної біостійкості. Автори вважають, що досліди по біостійкості слід проводити на грибах, що виділені з ураженого матеріалу. Тому всі відібрані нами гриби були виділені з ураженого матеріалу (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив перезарядки целюлозних волокон на біостійкість матеріалу, що містить базальтове та целюлозне волокна у співвідношенні 1 : 1

Види	Вихідне целюлозне волокно			Перезаряджене целюлозне волокно		
	У рідині	На поверхні тв. фази	У вологій камері	У рідині	На поверхні тв. фази	У вологій камері
<i>Chactomium globosum</i>	7	6	7	5	6	5
<i>Paecilomyces varioti</i>	7	6	7	6	5	5
<i>Stachybotrus atra</i>	7	6	7	4	4	5
Суміш видів	7	7	8	6	6	6

Більш об'єктивне є визначення руйнування матеріалу ваговим методом: смужки матеріалів до зараження грибами та через повний час (місяць, три, шість) висушувались до постійної ваги, відмивались від грибного нальоту та слизу у 1 %-ному садовому розчині, воді та зважувались.

Крім того надійним та переконливим методом дослідження біоцидності матеріалів є фізико-механічні та експлуатаційні характеристики зразків. У цьому випадку випробування матеріал уражався грибами та по закінченні строку інкубації перевірявся на міцність. Ступінь руйнування встановлювалась шляхом порівняння вихідної міцності та остаточної.

Були досліджені зразки, що містять базальтові та целюлозні волокна

(вихідні та перезаряджені, що змінили знак та величину ξ -потенціалу), які обробляли антибактеріальними препаратами. Для цього сформований образок матеріалу, що мав композиційний склад базальтових та целюлозних волокон 1 : 1 накривали серветкою, змоченою у розчині бактерицидного препарату, віджимали та просушували.

Препарати добре розчиняються у воді, мають низьку токсичність та високу мікрофобну активність.

Це – похідні нітрофуранового та триазінового ряду: гекацид, фуралгін, етоній, вазин (табл. 4).

Таблиця 4

Антибактеріальні властивості композиційних матеріалів

Композиція	Діаметр зовнішнього пригнічення, мм
1. 50 % базальту + 50 % целюлози (вихідна) + фуралгін	12
50 % базальту + 50 % целюлози (перезаряджена) + фуралгін	14
50 % базальту + 50 % целюлози (перезаряджена) + 10 % Na-бентоніт	16,5
2. 50 % базальту + 50 % целюлози (вихідна) + гекацид	16
50 % базальту + 50 % целюлози (перезаряджена) + гекацид	19
50 % базальту + 50 % целюлози (перезаряджена) + гекацид (вихідна) + + 10 % Na-бентоніт	22
3. 50 % базальту + 50 % целюлози (вихідна) + вазин	34
50 % базальту + 50 % целюлози (перезаряджена) + вазин	38
50 % базальту + 50 % целюлози (перезаряджена) + вазин (вихідна) + + 10 % Na-бентоніт	41,5
4. 50 % базальту + 50 % целюлози (вихідна) + етоній	32
50 % базальту + 50 % целюлози (перезаряджена) + етоній	36
50 % базальту + 50 % целюлози (перезаряджена) + етоній (вихідна) + + 10 % Na-бентоніт	41

З даних таблиці можна зробити висновок, що всі зразки пригноблюються плісняовими грибами та мікроорганізмами (руйнуються).

Дослідження поведінки волокон показало, що перезарядка поверхневого електрокінетичного потенціалу целюлозних волокон забезпечує не тільки одержання більш міцного, але й більш стійкого до ураження грибами матеріалу (затримується процес появи плісняви, стійкість аглометарних спор зменшується, резистивність матеріалів збільшується). Додавання в систему напо-

внювача (Na-бентоніта) позитивно впливає на біоцидність матеріалів: у всіх випадках діаметр зони подавлення росту збільшується, антибактеріальність матеріалів зростає.

Список літератури: 1. *Фляте Д.М.* Свойства бумаги / *Давид Моисеевич Фляте*. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 455 с. 2. *Alekseyev O.L.* The structure of the electric double layer and kinetics of recharging of solid surfaces / *O.L. Alekseyev, V.M. Shevchenko, I.A. Pavlova*: Conference Programme Abstracts [“International Symposium of electrokinetic Phenomena”], (Cracow, Poland, 2002). – Cracow: Institute of Catalysis and Surface Chemistry Polish Academy of Sciences, 2002. – 96 с. 3. *Овчаренко Ф.Д.* Кинетика перезарядки поверхности частиц / *Ф.Д. Овчаренко, О.Л. Алексеев, В.М. Шевченко* // Доклады Академии Наук СССР. – 1982. – Т. 262, № 5. – С. 1185.

Надійшла до редколегії 22.03.10

УДК 665:664.3

П. О. НЕКРАСОВ, канд. техн. наук, НТУ «ХП»

О. В. ПОДЛІСНА, аспірант, НТУ «ХП»

В. Г. ГОПКАЛОВ, канд. біол., наук, ХНМУ

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ДІАЦИЛГЛІЦЕРИНОВОЇ ОЛІЇ

Дана робота присвячена дослідженню впливу діацилгліцеринової олії на основні процеси ліпідного обміну в організмі. На основі отриманих біохімічних показників зроблено висновок, що вказана олія є нетоксичною, дозволяє запобігти накопиченню жирової маси та попередити розвиток тригліцеридемії та холестеринемії.

Influence of diacylglycerol oil on the main processes of lipid metabolism was investigated. According received biochemical indexes we conclude that mentioned oil has no toxicity and helps to prevent the development of adipopexia triglyceridemia and cholesteremia.

Актуальною проблемою, яка виникає внаслідок неправильного та надмірного вживання калорійної їжі, є надлишкова вага. Накопичення жиру в організмі та на внутрішніх органах (вісцеральний жир) має негативні наслідки для здоров'я. Вісцеральні жири відіграють критичну роль у розвитку так званого метаболічного синдрому, який поєднує у собі ряд факторів: артеріальну гіпертензію, абдомінальне ожиріння, інсулінорезистентність та дисліпідемію [1]. Дисліпідемія, що викликана метаболічним синдромом,